

**PENGARUH KATALIS NiO DAN NiOMoO TERHADAP
PERENKAHAN MINYAK CANGKANG BIJI JAMBU METE
(*The Influence of NiO and NiOMoO catalyst for Hydrocracking
of Cashew Nut Shell Liquid*)**

Lisna Efiyanti¹ & Darma Santi²

¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor, 16610 Telp. 0251-8633378, Fax. 0251-8633413

²Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Papua
Jl. Gunung Salju Amban Manokwari (Kp. 98314) Papua Barat
E-mail: lisnaefiyanti@yahoo.com

Diterima 4 Maret 2015, Direvisi 14 Desember 2015, Disetujui 21 Januari 2016

ABSTRACT

Bioenergy is new and renewable alternative energy which is currently developed enthusiastically. Bioenergy could be produced by catalytic cracking method, which is cracking carbon chain to raise energy fraction. This paper observes potential non-food bioenergy of cashew nut shell liquid as an alternative bioenergy source using catalytic cracking method. The effect of impregnated-metals Nickel and Molybdenum catalyst used in hydrocracking of Cashew Nut Shell Liquid (CNSL) into bioenergy was investigated. It focused specifically on two type of natural activated zeolite catalysts: NiO and NiOMoO at temperature reaction of 450°C and ratio feed catalyst of 2 and 4. Catalysts characterization was conducted according to a gravimetric method to determine acidity of catalyst; Spectroscopy FT-IR analysis to get distribution of active site catalyst; X-Ray Diffraction (XRD) analysis to observe crystalinity of catalyst; and Gas Sorption Analyzer (GSA) to measure surface area, porosity and total of pore volume. Bioenergy of CNSL in the liquid-phase, which were predominantly by gasoline, diesel oil, and heavy oil, was further analyzed using Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) to determine the compound energy fraction qualitatively and quantitatively. The result showed that the NiOMoO (natural activated zeolite) provided an optimal performance with liquid product conversion was about 65-75%, and selectivity gasoline as well as diesel fraction was about 37-47% and 22-31%, respectively.

Keywords: Bioenergy, Cashew Nut Shell Liquid, catalyst, cracking, diesel, gasoline

ABSTRAK

Bioenergi merupakan salah satu energi baru dan terbarukan yang sedang marak dikembangkan. Bioenergi dapat diproduksi dengan cara perengkahan katalitik untuk memecah ikatan karbon menjadi fraksi energi. Tulisan ini mempelajari potensi minyak cangkang kulit biji jambu mete (*Cashew Nut Shell Liquid*/CNSL) sebagai sumber alternatif sumber bioenergi non pangan dengan cara perengkahan katalitik menggunakan katalis berbasis logam-pengemban. Tulisan ini juga mempelajari pengaruh katalis terimpregnasi logam Nikel dan Molibdenum yang digunakan dalam reaksi hidrorengkah CNSL menjadi bioenergi. Secara khusus menggunakan dua jenis katalis zeolit alam aktif, yaitu NiO dan NiOMoO pada suhu 450°C, dengan rasio umpan/katalis 2 dan 4. Katalis dikarakterisasi menggunakan metode gravimetri untuk menentukan keasaman katalis; *Fourier Transform Infra Red Spectrofotometer* (Spektrofotometer FT-IR) untuk mengetahui distribusi situs asam katalis; *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk melihat kristalinitas katalis; serta *Gas Sorption Analyzer* (GSA) untuk mengetahui luas permukaan, porositas dan volume pori dari katalis. Bioenergi yang diperoleh dalam fase liquid dengan komponen bensin, diesel, dan minyak berat dianalisis menggunakan

kromatografi gas - spektrometri massa (GC-MS) untuk mengetahui kandungan fraksi energi secara kualitatif maupun kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa katalis NiOMoO bekerja optimal dengan konversi produk cair sebesar 65-75% dengan selektivitas produk bensin sebesar 37-47% dan diesel sebesar 22-31%.

Kata kunci: Bioenergi, cangkang biji jambu mete (CNSL), katalis, perengkahan, diesel, gasolin

I. PENDAHULUAN

Terbatasnya ketersediaan bahan bakar yang berasal dari fosil menyebabkan harga minyak bumi dunia mengalami kenaikan, yaitu hingga mencapai di atas US\$ 70 per barel. Menanggapi kenyataan ini, pemerintah telah menetapkan untuk meningkatkan peran energi terbarukan menjadi sekitar 20% pada 2025 sedangkan peran minyak bumi sebagai sumber energi akan dikurangi dari 52% menjadi 20% (Sudrajat, Pawoko, Hendra, & Setiawan, 2010). Berbagai penelitian dalam pencarian sumber energi terbarukan terus dikembangkan, diantaranya yang berasal dari minyak nabati, seperti minyak kelapa, minyak kedelai, minyak kelapa sawit dan minyak yang berasal dari biji-bijian tanaman perkebunan. Berdasarkan laporan Srivastava dan Prasad (2000), minyak atau lemak yang berasal dari tumbuhan dan lemak hewan, serta produk turunannya mempunyai kemungkinan manfaat sebagai bahan baku energi terbarukan sebagai pengganti bahan bakar diesel. Sumber energi yang kini dikembangkan diarahkan pada sumber non pangan, agar tidak terjadi kompetisi dan berdampak pada ketahanan pangan nasional.

Minyak cangkang kulit biji jambu mete (*Cashew Nut Shell Liquid/CNSL*) merupakan minyak nabati yang berwarna coklat kental kemerahan dan didapat dari hasil ekstraksi atau pengepresan cangkang kulit biji mete. Minyak ini memiliki kandungan utama yaitu asam anarkadat yang bersifat korosif dan pada umumnya tidak banyak digunakan oleh masyarakat (Ketaren dalam Efiyanti & Trisunaryanti 2014). Persebaran tanaman ini cukup banyak terutama di daerah Indonesia bagian Timur serta pada lahan kering, hal ini dikarenakan tanaman ini tahan panas dan dapat hidup di lahan marginal sehingga dapat juga digunakan sebagai tanaman pada rehabilitasi lahan (Efiyanti & Trisunaryanti, 2014).

Pengolahan tanaman jambu mete masih terbatas pada pengolahan kacang mete yang

merupakan buah sejati dari tanaman jambu mete, sedangkan biji semu dan cangkang kulit biji mete hanya sebagai limbah yang kurang dimanfaatkan secara optimal. CNSL juga mengandung senyawa kardol, kardanol serta *alkhylphenolic* yang sering digunakan pada industri perekat. Senyawa tersebut terdiri dari campuran unsur yang mempunyai berbagai rantai gugus alkil tidak jenuh (Cahyaningrum, Setyawati, & Nur, 2006). Destilat residu dari CNSL juga dapat digunakan sebagai bahan partikel tahan gesekan dan perekat kampas rem pada industri otomotif. Selain dari beberapa kegunaan CNSL yang telah disebutkan sebelumnya, minyak nabati tersebut juga dapat digunakan sebagai bahan baku bioenergi melalui reaksi perengkahan (Santi, 2013). Dengan berkurangnya ikatan rangkap dari hasil hidrereengkah akan diperoleh kualitas produk yang lebih baik (Cakici, Yanik, Karayildirim, & Anil, 2004).

Reaksi perengkahan pada CNSL memerlukan bantuan katalis agar dapat mempercepat laju reaksi dan meningkatkan selektifitas produk yang terbentuk. Pada reaksi ini digunakan katalis heterogen dengan mengimpregnasikan logam Nikel dan Molibdenum ke dalam bahan penyangga yaitu zeolit. Logam Nikel dan Molibdenum dipilih karena memiliki orbital d yang kosong sehingga dapat berikatan dengan hidrogen dan memutus ikatan rangkap. Molibdenum sebagai promotor dalam impregnasi bilogam akan membentuk pori eksternal pada permukaan padatan zeolit. Sedangkan zeolit dipilih karena ketersediaan yang banyak, luas permukaan dan ukuran pori yang besar (Putra, 2012). Katalis biasanya terbentuk dari beberapa komponen yaitu inti aktif katalis, promotor dan penyangga sehingga perpaduan beberapa komponen tersebut akan menambah sifat katalis menjadi lebih baik. Proses konversi CNSL menjadi bionergi dilakukan melalui reaksi hidrereengkah katalisis dengan mengkaji dua jenis katalis, yaitu unilogam (NiO/ZAA) dan katalis

bilogam (NiOMoO/ ZAA). Pengembangan logam telah banyak digunakan agar efektifitas katalis meningkat, salah satunya ialah logam Ni (Nugrahaningtyas, Widjonarko, & Wijaya, 2005) dan Mo (Alsobaai, Zakaria, & Hammed, 2007). Impregnasi bilogam telah dipelajari oleh Rodiansono (2005) menggunakan katalis NiMo/zeolit alam aktif (ZAA). Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan produk berupa bioenergi alternatif berbahan dasar CNSL dengan katalis berbasis logam-zeolit yang merupakan sumber daya alam Indonesia, sehingga dapat juga menjadi bioenergi alternatif ramah lingkungan yang sekarang sedang digalakkan pemerintah. Pada akhirnya produk yang dihasilkan juga diharapkan dapat memberikan sumbangsih terhadap upaya pencarian energi alternatif yang merupakan program pemerintah dewasa ini.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah seperangkat alat oksidasi, reaktor *fix-bed*, saringan 250 mesh, *Buchner filter*, seperangkat alat gelas, *microwave*, GC HEWLETT PACKARD 5890 series II. Bahan yang digunakan antara lain adalah CNSL, zeolit alam asal Klaten, asam klorida, $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (p.a.Merck), $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (TOSOH, Japan), *aquabidest*, piridin, dan AgNO_3 .

B. Metode Penelitian

1. Pembuatan katalis NiO/ ZAA dan NiOMoO/ ZAA

Zeolit alam dipreparasi dengan digerus dan diayak menggunakan saringan berukuran 250 mesh. Kemudian zeolit tersebut dicuci dan dikeringkan dalam oven bersuhu 120°C selama 1 jam. Proses aktivasi zeolit dilakukan dengan cara melarutkan zeolit dalam larutan HCl 3M. Hasil pelarutan tersebut dicuci dan disaring kemudian dioven kembali pada temperatur $100-120^\circ\text{C}$. Zeolit aktif yang sudah didapat diimpregnasi dengan logam Nikel (Ni) dan Molibdenum (Mo) menggunakan metode impregnasi basah. Sebanyak 0,92 g logam Mo dilarutkan ke dalam air kemudian ditambahkan 100 g zeolit alam dan direfluks pada suhu 90°C

dalam waktu 2 jam sehingga diperoleh katalis Mo/ZA. Kemudian impregnasi logam Nikel dilakukan dengan melarutkan 2,47 g nikel ke dalam larutan air yang telah berisi 100g zeolit aktif dan ditambahkan katalis Mo/ZA yang sudah dibuat sebelumnya, sehingga katalis NiOMoO/ZAA terbentuk dengan logam Mo sebagai promotor katalis. Campuran larutan kemudian direfluks pada suhu 90°C selama 2 jam yang kemudian di keringkan dalam oven pada suhu 120°C dan dikalsinasi menggunakan *microwave* 550 watt selama 15 menit . Untuk membentuk padatan katalis dalam bentuk oksidanya, maka dilakukan proses oksidasi dengan mengalirkan oksigen selama 1 jam. Pembuatan katalis NiO/ZAA dilakukan dengan cara yang sama dengan perbandingan Ni 1% b/b terhadap zeolit tanpa ditambahkan promotor logam Mo.

2. Karakterisasi katalis

a. Penentuan keasaman berdasarkan adsorpsi piridin.

Pengukuran keasaman katalis dilakukan dengan mengalirkan uap piridin selama 24 jam pada temperatur kamar ke dalam sampel zeolit. Perhitungan keasaman katalis dilakukan dengan menghitung selisih berat sampel katalis sebelum dan sesudah adsorpsi. Perhitungan keasaman zeolit menggunakan Persamaan 1.

$$K = \left(\frac{W_3 - W_2}{W_2 - W_1} \right) M \times 1000 \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

K = keasaman zeolit (mmol/g zeolit)

W_1 = berat cawan porselen kosong (g)

W_2 = berat cawan setelah berisi zeolit (g)

W_3 = berat cawan dan zeolit setelah adsorpsi (g)

M = berat molekul basa piridin (g/mol)

b. Analisis katalis menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*)

Katalis dianalisis kristalinitas dan kandungan utama mineral menggunakan alat XRD. Pada penelitian ini digunakan XRD Shimadzu tipe XRD-6000. Adapun kondisi operasi pada analisis tersebut adalah sebagai berikut:

X-ray tube : Cu (1,54060 Å)

Voltage : 40,0 kV

Current : 30,0 mA

Step size : 0,0200 deg

Count time : 0,24 detik

Tabel 1. Kondisi Operasi GC-MS
Table 1. GC-MS operating conditions

Parameter (<i>Parameter</i>)	Kondisi (<i>Condition</i>)
Temperatur awal oven (<i>Temperature</i>)	50 °C
Waktu awal (<i>Start time</i>)	2 menit
Kenaikan temperatur oven (<i>Temperature rise</i>)	10 °C/menit
Temperatur akhir (<i>Final temperature</i>)	280 °C
Detektor (<i>Detector</i>)	FID (<i>Flame Ionization Detector</i>)
Temperatur detector (<i>Detector temperature</i>)	300 °C
Temperatur injector (<i>Injector temperature</i>)	280 °C
Gas pembawa (<i>Carrier gas</i>)	He (Helium)
Aliran total (<i>Total flow</i>)	40mL/menit
Jumlah sampel (<i>Sample number</i>)	0,2µL
Kolom (<i>Coloumn</i>)	HPS (5% <i>Phenyl Methyl Siloxane</i>)
Panjang kolom (<i>Coloumn length</i>)	30 meter

c. Perengkahan katalitik CNSL

Proses perengkahan CNSL menjadi fraksi energi dilakukan dengan menggunakan reaktor *fixed-bed*. Kondisi operasi reaktor yang digunakan adalah pada temperatur 450°C, rasio berat umpan/katalis 2 dan 4 dengan laju alir H₂=20 ml/menit. Produk hasil perengkahan terdiri dari fraksi gas, cair dan padat (kokas). Produk dalam bentuk fraksi cair kemudian dianalisis menggunakan *gas chromatography-mass spectroscopy* (GC-MS). Analisis GC-MS tersebut dipakai untuk menghitung fraksi gasoline, minyak diesel dan minyak berat. Jenis dan kondisi operasi GC yang digunakan adalah Shimadzu GC HEWLETT PACKARD 5890 series II dengan kondisi operasi sebagaimana Tabel 1.

Produk gas dan kokas hanya dihitung berat hasil produknya, sedangkan produk cair dianalisa lebih lanjut untuk menghitung selektivitas produk menggunakan GC-MS. Dengan analisa ini, maka dapat dihitung perkiraan produk fraksi gasoline, minyak diesel serta minyak berat yang di dapat pada akhir reaksi.

Penentuan konversi produk cair menggunakan rumus pada Persamaan 2.

$$K_{\text{cair}} = \frac{W_c}{W_s} \times 1000 \% \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

K_{cair} = konversi produk cair (% b/b)

W_c = produk cair (g)

W_s = berat CNSL awal – berat CNSL akhir (g)

Penentuan konversi produk padat (kokas) menggunakan rumus pada Persamaan 3.

$$K_{\text{kokas}} = \frac{W_{k1} - W_{k2}}{W_s} \times 1000 \% \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

K_{kokas} = konversi produk kokas (% b/b)

W_{k1} = berat katalis sebelum di oksidasi

W_{k2} = berat katalis sesudah dioksidasi

W_s = berat CNSL/umpan yang habis terpakai = berat CNSL awal (g)-berat CNSL akhir(g)

Penentuan konversi produk gas menggunakan rumus pada Persamaan 4.

$$K_{\text{gas}} = 100\% - (K_{\text{cair}} - K_{\text{kokas}}) \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

K_{gas} = konversi produk gas (% b/b)

K_{cair} = konversi produk cair (% b/b)

K_{kokas} = konversi produk kokas (% b/b)

Selektivitas fraksi bahan bakar gasolin, minyak diesel, dan minyak berat berdasarkan konversi produk cair yang dihasilkan, dihitung menggunakan Persamaan 5.

$$\text{Selektivitas } (\%) = \frac{\text{Hasil fraksi bahan bakar berdasarkan luas area GC-MS}}{100} \times K_{\text{cair}} \dots\dots\dots(5)$$

Sebagai pembanding, proses hidrorengkah (tanpa katalis zeolit) juga dilakukan menggunakan kondisi yang sama seperti dengan penggunaan katalis. Hasilnya dilakukan pula perhitungan terhadap konversi produk cair, padat (kokas) dan gas serta selektivitasnya.

C. Analisis Data

Data dianalisa secara deskriptif (rata-rata) menggunakan program Microsoft Excel 2010.

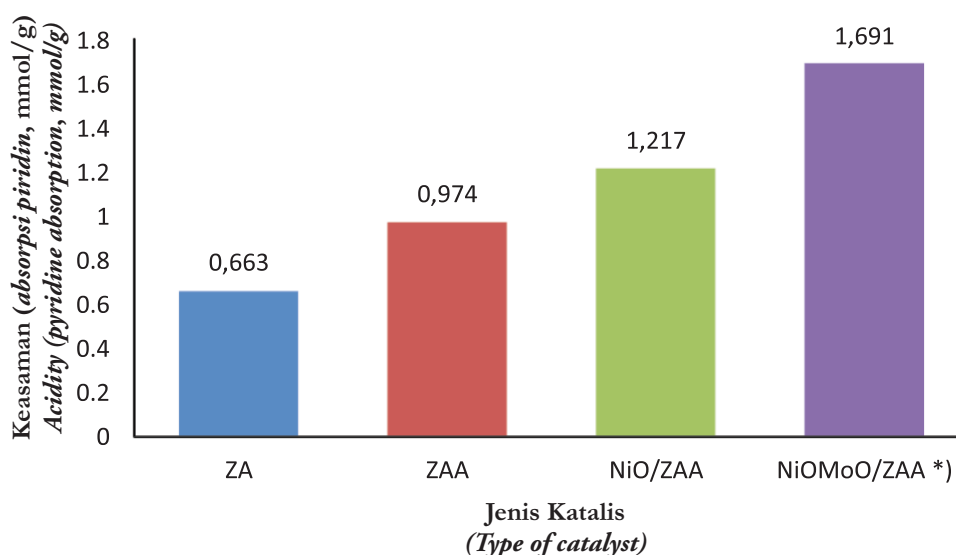
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Keasaman katalis yang terukur pada penelitian ini merupakan nilai keasaman yang terdapat pada permukaan katalis, hal ini dikarenakan piridin merupakan basa yang berukuran molekul cukup besar yaitu 79 g/mol sehingga sulit masuk ke dalam pori katalis. Proses absorpsi ini dilakukan untuk melihat banyaknya jumlah situs aktif pada katalis serta menentukan kekuatan situs aktif pada permukaan katalis tersebut.

Nilai keasaman pada katalis sangat mempengaruhi aktifitas katalis dalam peruntukannya sebagai katalis perengkahan, dikarenakan dalam reaksi perengkahan diperlukan katalis yang memiliki situs asam aktif yang banyak agar produk cair dapat terbentuk dengan optimal. Berdasarkan Gambar 1, hasil analisa keasaman menggunakan absorpsi piridin menunjukkan bahwa proses aktivasi zeolit dan impregnasi logam baik Nikel maupun Molibdenum meningkatkan keasaman katalis. Hal ini dimungkinkan karena pada zeolit alam tanpa perlakuan, masih terdapat banyak

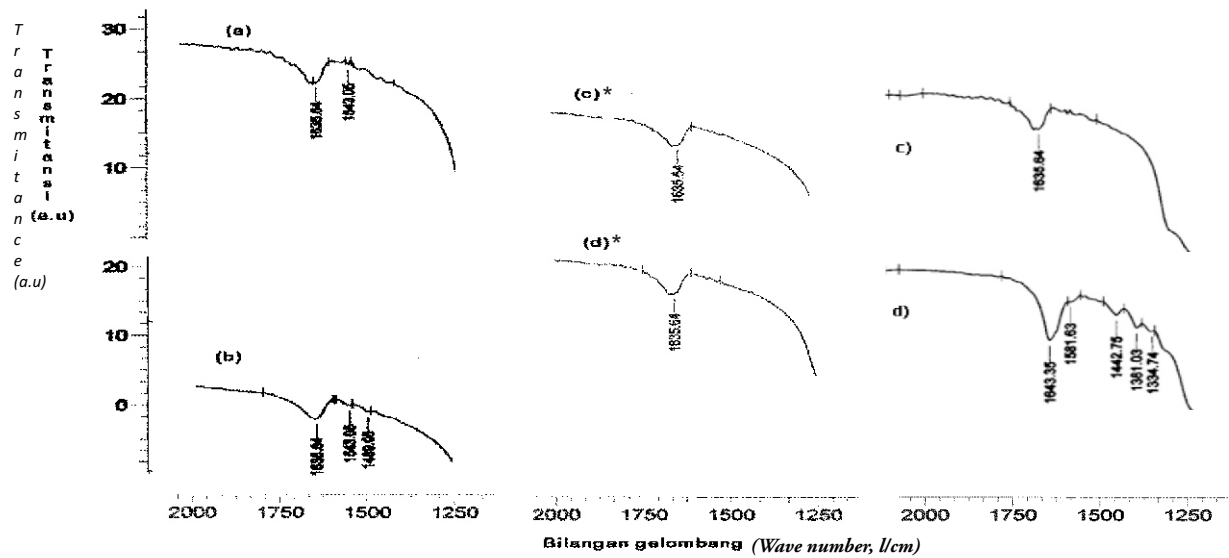
pengotor yang menyumbat pori sehingga basa piridin tidak dapat diserap zeolit dengan baik, sedangkan pada zeolit yang telah diaktivasi pengotor yang menyumbat pori telah berkurang karena bantuan aktivasi sehingga pori menjadi lebih terbuka dan dapat menyerap basa piridin dengan lebih baik. Begitupun juga pada penambahan logam baik Ni maupun Mo, logam nikel memiliki orbital d kosong sehingga dapat menyediakan situs aktif bagi katalis, dan Mo bertindak sebagai promotor pada katalis yang menjadikan sifat keasaman katalis menjadi lebih besar lagi dibanding tanpa promotor.

Spektra FT-IR untuk katalis ZAA menunjukkan perubahan puncak serapan setelah adsorpsi piridin (Gambar 2). Berdasarkan Tanabe (1981) kekuatan situs asam dapat diketahui secara kualitatif dari puncak serapan pada daerah panjang gelombang 1300-1650 cm^{-1} . Pada katalis NiOMoO/ZAA puncak serapan yang terjadi tidak mengalami penambahan setelah absorpsi piridin, yaitu terdapat satu serapan pada daerah bilangan gelombang 1635,64 dengan kenaikan harga intensitas dari 14,72 (sebelum adsorpsi piridin) menjadi 18,03 (setelah adsorpsi piridin). Pada katalis NiO/Zeolit alam sebelum adsorpsi piridin terdapat puncak pada bilangan gelombang 1635,64 saja, sedangkan pada katalis NiO/Zeolit alam setelah adsorpsi piridin, terdapat



Keterangan (Remarks): * Data dari (Data from) Santi dan Trisunaryanti (2011)

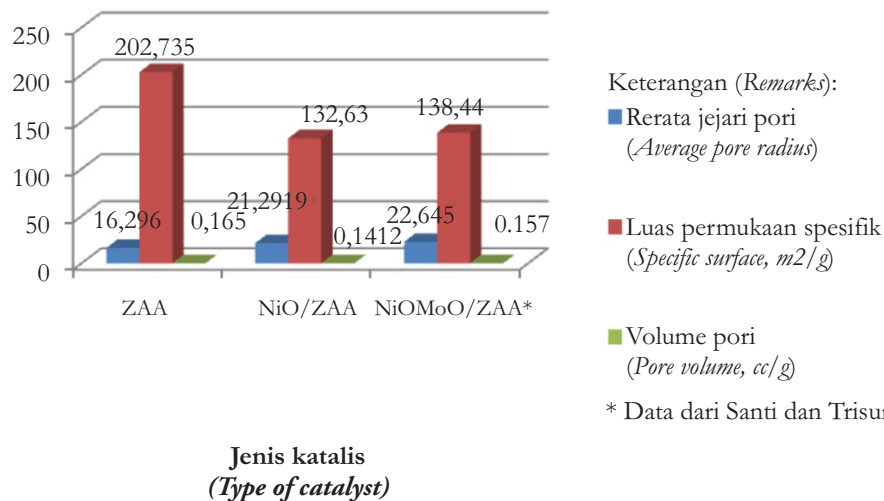
Gambar 1. Keasaman katalis berdasarkan absorpsi basa piridin
Figure 1. Catalyst acidity based on pyridine base absorption



Keterangan (Remarks): *Santi dan Trisunaryanti (2011)

Gambar 2 Spektra FT-IR katalis (a) ZAA sebelum interaksi dengan piridin, (b) ZAA setelah interaksi dengan piridin, (c) NiOMoO/ZAA sebelum interaksi dengan piridin *), (d) NiOMoO/ZAA setelah interaksi dengan piridin* (e) NiO/ZAA sebelum interaksi dengan piridin, (f) NiO/ZAA setelah interaksi dengan piridin

Figure 2 FT-IR spectra of catalyst a) ZAA before interaction with pyridine, b) ZAA after interaction with pyridine, c) NiOMoO/ZAA before interaction with pyridine, d) NiOMoO/ZAA after interaction with pyridine*, e) NiO/ZAA before interaction with pyridine, f) NiO/ZAA after interaction with pyridine



Keterangan (Remarks):

■ Rerata jejari pori
(Average pore radius)

■ Luas permukaan spesifik
(Specific surface, m²/g)

■ Volume pori
(Pore volume, cc/g)

* Data dari Santi dan Trisunaryanti (2011)

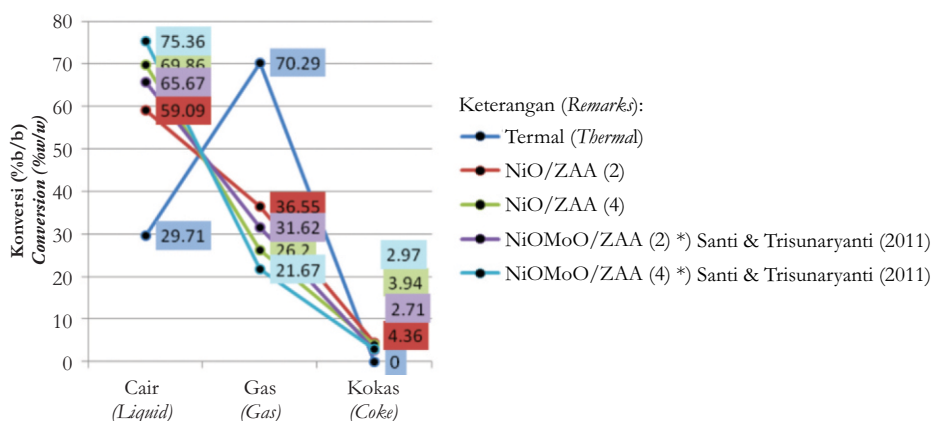
Gambar 3. Data luas permukaan spesifik, rerata jejari pori dan volume pori pada jenis katalis

Figure 3. Data of specific surface area, average pore radius and average pore volume of catalyst types

penambahan puncak yaitu pada bilangan gelombang 1635,64, 1581,65 dan 1442,25 cm^{-1} . Penambahan puncak serapan ini dimungkinkan karena dengan adanya perlakuan adsorpsi piridin maka situs asam yang tidak nampak dalam puncak-puncak absorpsi sebelumnya kemudian menjadi dapat terlihat. Proses absorpsi piridin melibatkan situs asam yang ada di permukaan baik permukaan dari pori eksternal maupun internal padatan katalis.

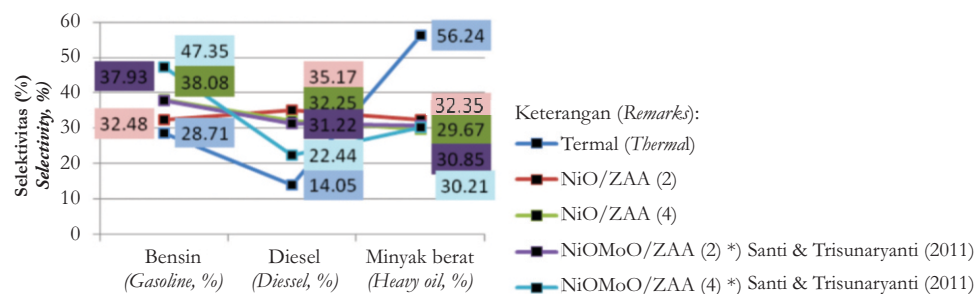
Gambar 3 menunjukkan bahwa terjadi perubahan luas permukaan, rerata jejari pori serta volume pori pada katalis sesudah diberi perlakuan. Luas permukaan pada zeolit yang telah diaktivasi memiliki nilai yang lebih besar dibanding luas permukaan zeolit yang diberi pengembunan logam baik NiO maupun NiOMoO pada zeolit, artinya setelah perlakuan pengembunan logam, nilai luas permukaan cenderung menurun. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh terjadinya penutupan permukaan zeolit oleh logam yang diembankan, sehingga luas permukaan yang terhitung oleh alat semakin kecil. Namun pada nilai rerata jejari pori mengalami peningkatan setelah diberikan perlakuan pengembunan logam Ni maupun Mo pada zeolit, dikarenakan terjadinya pembukaan pori oleh proses kalsinasi dan oksidasi, namun pori-pori tersebut tertutup oleh logam yang diembankan sehingga nilai total volume pori setelah perlakuan pengembunan logam mengalami penurunan.

Hasil pengolahan data ditunjukkan pada Gambar 4 yang memberikan gambaran bahwa hasil perengkahan CNSL menghasilkan 3 jenis produk berfasa cair, gas dan padat (kokas). Distribusi ketiga macam komponen produk berbeda-beda bergantung pada jenis kondisi operasi perengkahan yang digunakan. Produk utama yang diharapkan pada perengkahan ini adalah produk cair yang kemungkinan berisi fraksi-fraksi energi. Pada perengkahan tanpa perlakuan katalis (termal) produk cair yang terbentuk hanya sebesar 29,71% dan produk gas 70,29%, hal ini menunjukkan bahwa perengkahan secara termal tidak optimal karena produk yang terbentuk mayoritas adalah produk gas, sedangkan produk utama yang diinginkan adalah produk cair. Perengkahan termal hanya mengandalkan pemecahan rantai ikatan karbon menggunakan suhu tanpa penambahan katalis, sehingga proses reaksi tidak berjalan lebih cepat dan optimal. Pada perlakuan penambahan katalis NiO/ZA rasio umpan/katalis 2 produk cair yang terbentuk 59,09%, produk gas 36,55% dan kokas sebesar 4,36%, sedangkan untuk rasio 4 mengalami kenaikan jumlah produk cair yang di dapat yaitu sebesar 69,86%. Hal ini menunjukkan bahwa pada reaksi perengkahan, katalis berpengaruh terhadap komposisi produk yang di dapat. Dengan bertambahnya katalis diasumsikan akan menambah situs aktif katalis, maka produk cair yang di dapat juga akan semakin banyak.



Gambar 4. Distribusi komposisi produk pada berbagai jenis katalis dan kondisi reaksi dengan laju alir 20 mL/menit, temperatur 450°C

Figure 4. The distribution of product composition in several type of catalyst and condition with hydrogen rate 20mL/min, temperature of 450°C



Gambar 5. Selektivitas katalis terhadap fraksi bensin, diesel, dan minyak berat

Figure 5. Catalyst selectivity of gasoline, diesel and heavy oil fraction

Distribusi komponen produk pada perengkahan menggunakan katalis bilogam NiOMoO/zeolite dengan logam Mo sebagai promotor menunjukkan bahwa produk cair yang dihasilkan berkisar 65% pada rasio 2, dan 75% pada rasio katalis 4. Ini berarti bahwa penggunaan katalis dengan kombinasi 2 logam berhasil menjadikan reaksi berjalan dengan lebih optimal. Hal ini juga sesuai dengan sifat keasaman katalis yang sebelumnya telah dibahas untuk masing-masing katalis, sehingga semakin kuat sifat keasaman katalis dan semakin banyak katalis yang digunakan dalam reaksi maka hasil konversi produk cair yang terbentuk akan semakin besar.

Hasil ini dapat dijelaskan oleh pernyataan Gheit, Awadallah, El-Kosy, dan Mahmoud (2008) bahwa penggunaan anion molibdat sebagai prekursor menyebabkan Mo akan banyak menempatkan dirinya pada permukaan paling luar pengemban. Logam ini akan sulit masuk ke dalam pengemban, kemudian bersinggungan menjadi agregat yang lebih besar dan membentuk pori eksternal. Pori eksternal yang terbentuk menyebabkan data rerata jejari pori meningkat (Gambar 3). Pori eksternal yang terbentuk ini akan berpotensi menyumbang situs asam pada permukaan eksternal katalis sehingga nilai keasaman permukaan akan meningkat (Gambar 1). Peningkatan keasaman ini juga dipengaruhi oleh keberadaan logam Ni yang akan cenderung masuk ke dalam pori dalam padatan pengemban.

Selain mengukur kemampuan katalis melalui konversi produk hasil perengkahan, dilakukan juga pengukuran selektivitas katalis terhadap reaksi (Gambar 5). Selektivitas katalis ditunjukkan oleh seberapa besar jenis produk cair yang dapat diperoleh (bensin, diesel dan minyak berat). Dalam penelitian ini, selektivitas katalis dihitung

berdasarkan % area bensin, diesel dan minyak berat pada kromatogram GC-MS. Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa penggunaan katalis dapat meningkatkan selektivitas produk bensin dan diesel yang diinginkan. Hal ini ditunjukkan dengan bertambahnya % fraksi bensin dan diesel serta berkurangnya % fraksi minyak berat yang terbentuk pada akhir reaksi. Dari Gambar 5, dapat dilihat bahwa fraksi bensin yang diperoleh dalam perengkahan CNSL memiliki hasil optimal pada penggunaan katalis bilogam NiOMoO/ZAA dengan rasio 4, yaitu sebesar 47,35%.

IV. KESIMPULAN

Minyak nabati CNSL memiliki potensi sebagai bahan baku fraksi energi. Penggunaan katalis dengan pengembangan logam Nikel dan logam Molibdenum dapat meningkatkan sifat keasaman, aktivitas dan selektivitas katalis terhadap produk yang terbentuk. Katalis NiOMoO/zeolit alam aktif bekerja optimal dengan konversi produk cair sebesar 65-75% dengan selektivitas produk bensin sebesar 37-47% dan diesel sebesar 22-31%.

DAFTAR PUSTAKA

- Alsobaai, A.M.R., Zakarian, & Hammed B.H. (2007). Hydrocracking of gas oil over Ni-W, Ni-Mo, Co-Mo catalyst supported on USY zeolite. *Aiser*, 3(3), 91-98.
- Cakici, A.I., Yanik, J., Karayildirim, S.U.T., & Anil, H. (2004). Utilization of red mud as catalyst in conversion of waste oil and waste, *J. Mater Cycles Waste*, 6(1), 20-26.

- Cahyaningrum, A.T., Setyowati, & Nur, A. (2006). Ekstraksi cashew nut shell liquid dari biji jambu mete. *Ekuilibrium*, 5(1), 40-45.
- Efiyanti, L., & Trisunaryanti, W. (2014). Hidrorengkah katalitik minyak kulit biji jambu mete (CNSL) menjadi fraksi bensin dan diesel. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 32(1), 71-81.
- Gheit, A.K.A., Awadallah, A.E., El-Kossy, S.M., & Mahmoud, A.L.H. (2008). Effect of Pd or Ir on the catalytic performance of Mo/H-ZSM-5 during the non-oxidative conversion of natural gas to petrochemicals. *Journal of Natural Gas Chemistry*, 17, 337-343.
- Hayne, K. (1987). *Tumbuhan berguna Indonesia* Jilid III. Badan Litbang Kehutanan Jakarta: Yayasan Sarana Wana Jaya. Terjemahan dari: Nuttige Planten Van Indonesie.
- Putra, R.A. (2012). *Hidrogenasi minyak jarak dengan menggunakan katalis nikel zeolit alam pada tekanan rendah untuk pembuatan asam 1-2 hidroksistearat*. (Skripsi Sarjana). Universitas Indonesia, Jakarta.
- Nugrahaningtyas, K.D., Widjonarko, D.M., & Wijaya, D. (2005). Efektivitas pengembangan monometal (Ni, Mo) dan bimetal (NiMo) pada zeolit alam aktif. *Prosiding Seminar Nasional Kimia XIV*. 17 September 2005. FMIPA UGM Yogyakarta.
- Rodiansono. (2005). *Aktivitas katalis Ni-Mo/Zeolit dan Ni-Mo/Zeolit-Nb₂O₅ untuk reaksi hidrorengkah sampah plastik PP menjadi fraksi bensin*.T (Master Tesis). FMIPA UGM Yogyakarta.
- Santi, D. & Trisunaryanti, W., (2011). Preparasi, karakterisasi dan uji aktivitas katalis NiOMoO/zeolit alam aktif dalam reaksi hidrorengkah minyak kulit jambu mete (*Anacardium occidentale*). *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia III*. Jurusan PMIPA FKIP UNS Surakarta.
- Srivastava, A., & Prasad, R. (2000). Triglyceride – Based Diesel Fuels. *Renewables Suistainable Energy Rev.* 4, 111 – 114.
- Sudrajat, R., Pawoko, E., Hendra, D. & Setiawan, D. (2010). Pembuatan biodiesel dari biji kesambi (*Schleichera oleosa* L.), *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 28(4), 358-379.
- Tanabe, K. (1981). In *Catalysis : Science and Technology*, vol. 2, (J.R., Anderson and M. Boudart (eds). Berlin: *SpringerLink*.